
III

BREVES APUNTES SOBRE FENOMENOS SEISMICOS

La vida del interior del globo se revela por perturbaciones violentas, que no dejan ninguna duda acerca de su realidad. Los volcanes y los temblores de tierra atestiguan una actividad física de la litoesfera.

Así, pues, el suelo que pisamos está muy lejos de tener la fijeza que generalmente se le atribuye. La corteza terrestre se puede considerar como en un estado perpetuo de vibración. Ya son ténues movimientos, apenas perceptibles, y que únicamente los seismógrafos pueden registrar, ya sacudimientos rápidos, caracterizados por ondas muy particulares y que les ha valido el nombre de *temblores de tierra*. Estos movimientos característicos de las regiones sísmicas, producen trastornos importantísimos en las comarcas que atraviesan, causando muchas veces gran número de víctimas.

La Historia recuerda particularmente algunas catástrofes, por el número de víctimas que ha costado a la humanidad. El año 526, en Antioquía, frente a la costa de la isla de Chipre, en el Mediterráneo, y en las ciudades vecinas, una serie de sacudidas terribles ocasiona la muerte de cerca de 200,000 habitantes. Los temblores que destruyeron las Calabrias en 1783, hicieron en menos de dos minutos 60,000 víctimas. El formidable temblor que sacudió a Lisboa en 1735, costó la vida a 30,000 personas. En Casamicciola, en la isla de Ischia, el 28 de julio de 1883, un temblor que duró 16 segundos derribó 1,200 casas y 2,300 víctimas quedaron sepultadas en esas ruinas. El temblor que conmovió a San Francisco California en abril 18 de 1906, hizo muchas víctimas y casi destruyó la ciudad. Los muy recientes de Guatemala y San Salvador han causado muchas víctimas y pérdidas materiales.

En México, cuya importancia sísmica es de las más notables en el mundo, los temblores han causado innumerables víctimas, y podríamos tener una buena estadística, si no fuera porque en nuestro país a nada se le da importancia, y los datos más interesantes para cualquier asunto se pierden por negligencia. Pero nos bastará recordar algunos temblores intensos, relativamente recientes, para comprobar la actividad sísmica de México. Los terremotos que conmovieron parte del Estado de Jalisco en 1875 y después en 1912, sembraron un pánico terrible entre los habitantes de esa región. El temblor de 3 de mayo de 1887 en Bavispe, Sonora, fué de gran intensidad. El temblor del 16 de enero de 1902 en el Estado de Guerrero, y los de Zanatepec, Oaxaca, en el mismo año, fueron notables. El del 14 de abril de 1907, también de Guerrero. Los de Acapulco, de 30 y 31 de julio de

1909, ocasionaron muchas víctimas. El del 7 de junio de 1911 (conocido por temblor maderista, por haber entrado ese día a México el señor Madero), fué terrible; y, finalmente, los temblores que destruyeron varios pueblos del Estado de México y del de Michoacán, el 19 de noviembre de 1912, y cuyo foco comprobó el Instituto Geológico, que se hallaba en la gran falla Acambay-Tixmadeje.

Estas son las catástrofes sísmicas más importantes de los últimos tiempos, pero la actividad sísmica de nuestro territorio es notable.

Se ha visto que en muchos temblores de tierra violentos la llegada de la sacudida a la superficie es precedida de un ruido sordo, que se compara al trueno del rayo lejano. Este ruido cesa cuando las sacudidas se dejan de sentir y otras veces ambos fenómenos se verifican al unísono.

El efecto mecánico producido por los temblores, consiste en movimientos ondulatorios, durante los cuales el suelo oscila como las ondas del mar, y en sacudidas que pueden ser verticales cuando el choque se produce de lo bajo a lo alto, y horizontales cuando el choque es lateral. Las sacudidas verticales, cuyos efectos son comparables a la explosión de una mina, están siempre localizados en el centro del sacudimiento, y la delimitación del espacio donde se sienten, permiten determinar el área del foco del fenómeno; su amplitud puede ser considerable. Fuera de esta primera zona, las sacudidas se vuelven oblicuas con el choque lateral, y a lo lejos se transforman en movimientos ondulatorios. Estos temblores pueden ser violentos y, sobre todo, abarcar una área muy extensa.

Un temblor de tierra puede limitarse a una sacudida, pero a menudo se compone de varias, que se dejan sentir durante largos períodos de tiempo. La extensión abarcada por estos cataclismos se haya sujeta a grandes variaciones.

La velocidad de propagación es igualmente muy variable y está relacionada directamente con los terrenos que atraviesa el movimiento. En los terrenos sueltos, que son malos conductores de la vibración, el movimiento es muy fuerte, porque queda absorbido. Por el contrario, las sacudidas se hacen más largas, y sus efectos mecánicos son menos considerables en aquellos terrenos compactos o formados de lavas, que son buenos transmisores. Los temblores de tierra que se propagan a través del océano, transmiten las ondulaciones a una distancia mayor que en tierra, por ser el agua más móvil, y producen olas muy grandes, que algunos conocen por «olas de translación» y que ocasionan las peligrosas marejadas.

Fuera de las causas meramente locales, los temblores pueden tener origen por los siguientes motivos: por el derrumbamiento de cavernas y cavidades en las montañas; los causados por erupciones volcánicas y los producidos a consecuencia de movimientos orogénicos. Estos diferentes temblores se denominan de «derrumbamiento», «volcánicos» y «tectónicos» o de «dislocación». Pero de algún tiempo a esta parte, dice E. Bose, los geólogos y seismólogos prestan mayor atención a cierta clase de temblores, que Hoernes denomina *criptovolcánicos*; Branca, «tectónicos», en el sentido más amplio de la palabra, y el gran vulcanólogo Mercalli los llama «intervolcánicos». Rothplets los llama de «inyección». Se cree que estos temblores se deben a fenómenos volcánicos a grandes profundidades, que no llegan a hacerse perceptibles en la superficie más que por los movimientos sísmicos.

Muchos suponen que países accidentados como el nuestro, son de gran seismicidad por el cambio de asiento de los grandes macizos de terreno, cuando las infiltraciones han disuelto las capas que les servían de apoyo y que con frecuencia están formadas de arcilla, yeso, etc.

La experiencia nos ha mostrado que no existe liga estrecha entre el volcanismo

y los temblores. En general, los temblores de tierra que afectan grandes extensiones de terreno, se muestran independientes de la acción volcánica, y su manera de propagarse está ligada a los accidentes principales del relieve, tales como las montañas y las líneas de dislocación. También ha parecido a algunos geólogos considerarlos como el indicio de movimientos generales del suelo, determinados por la falta de equilibrio de la corteza, de tal manera, que sería preciso ver los fenómenos precursores de los movimientos orogénicos, es decir, de los que están destinados a resolverse en la formación de las cadenas de montañas.

El temblor de tierra altera todo lo que a su paso encuentra, y da por ello lugar a fenómenos nuevos en determinadas regiones, o interrumpe los que la vida del planeta había iniciado. Tenemos ejemplos de ríos que han cambiado de curso debido a un temblor, como aconteció con el Mississipí cuando el séismo de New Madrid en 1811. En otras ocasiones se han formado caídas de agua, y muchas veces han desaparecido corrientes importantes, afectando notablemente el sistema hidrológico de una región.

Como los temblores producen ondulaciones en la superficie, muchas veces se forman elevaciones y depresiones permanentes que alteran el drenaje de la comarca conmovida. El paso de las ondas sísmicas a través de depósitos sueltos, puede ser causa de que se conviertan en compactos, y sin embargo producir depresiones en su superficie. De esta manera y por algún otro fenómeno, las cuencas pueden quedar formadas por temblores y dar origen a ciertos lagos. Cuando los temblores tienen lugar en rocas sin consolidar, el agua es algunas veces impulsada hacia la superficie con gran violencia, probablemente debido a la compresión de los poros, pues en esos lugares brota el agua cargada de tierra. También el agua acarrea grandes cantidades de lodo y arena que son depositados alrededor del punto de descarga y aumentan la depresión producida por la corriente violenta. Cuando el manantial cesa, el pequeño cráter queda como depósito. Otras veces un temblor ha sido causa de que se drenen lagos y pantanos. Tal vez no haya fenómeno tan alterado por los séismos como el hidrológico. Se tiene conocimiento de innumerables manantiales que han brotado después de un temblor, y de cambio de volumen en los ya existentes. Cuando el temblor de 25 de enero de 1862, cerca del lago Baikal, brotaron varios geysers, de cerca de 7 metros de altura. Y para mostrar el interés considerable que pueden presentar las investigaciones seismográficas en el campo de la geofísica, mencionaré los trabajos de Honda y Terada. (On the geyser in Atami. Pub. of the earthq. invest. Comm. in for. lang. 1906. núm. 22. B. p. 51), sobre el geyser japonés de Atami.

Se sabe el considerable número de hipótesis que han suscitado estos curiosos aparatos naturales, sin que hayan sido muchas veces demostradas satisfactoriamente. Estos dos sabios han iniciado un método completamente nuevo. Para sus experiencias han imaginado un dispositivo térmico artificial y lo han modificado hasta que ha dado indicios seismográficos idénticos a los obtenidos en las cercanías del geyser. Desde el momento en que obtuvieron la identidad de los indicios, pudieron afirmar que el dispositivo artificial representaba exactamente el aparato geysariano natural.

Los conos de arena, eyecciones de lodo en forma de volcanes pequeños, las fuentes termales y sus intermitencias, las variaciones del nivel hidrostático en los pozos y minas, son fenómenos en los cuales muy directamente dejan sentir sus efectos los temblores de tierra.

¿Esas grandes fallas ocasionadas por los temblores, no podrán ser en el futuro

lechos de ríos? ¿Esas aberturas, no serán muchas de ellas actualmente vetas minerales, rellenas ya por rocas ígneas o por materias minerales que el agua lleva en suspensión y deposita ahí?

Respecto a los movimientos sísmicos en las minas, presentaron al Segundo Congreso Internacional de Seismología, muy interesantes trabajos los Profesores Darwin, de Cambridge; Grablovitz, de Ischia, y Lagrange de Bélgica.

Ya se han señalado varios problemas que se supone se hallan íntimamente ligados con los temblores de tierra, y que son: la determinación de la gravedad en relación con los fenómenos sísmicos y volcánicos; la relación entre la variación del magnetismo terrestre y las manchas solares; el problema undoso de los mares, etc. La seismología está llamada a revelarnos, ha dicho el geólogo mexicano D. José G. Aguilera, las condiciones físicas y mecánicas del interior de la tierra; rigidez, elasticidad, estado gaseoso, líquido, viscoso o sólido, amorfo o cristalino de su centro; el espesor de la lito-esfera y la ordenación y repartición de su masa, la manera y las proporciones en que se contrae por el enfriamiento secular de la Tierra, la distribución y propagación en su masa de los esfuerzos resultantes de esta contracción y las relaciones inmediatas o mediatas que estos esfuerzos tienen con los fenómenos que directa o indirectamente derivan de ellos.

Nos dará los medios para determinar y medir las diferentes clases de movimientos terrestres desde los que afectan a grandes porciones de la Tierra, bien sean éstos verticales ascendentes o descendentes que originan respectivamente los continentes (epeirogénicos) y los mares (talasogénicos), bien sean horizontales, o bien la combinación de unos y otros que forman las montañas (orogénicos), hasta los movimientos moleculares o microscópicos de los cuales dependen la situación, la ordenación y las modificaciones en la asociación, la concentración y la segregación de los elementos constitutivos de las rocas y el carácter y las variaciones de su estructura.

Por medio de la seismología se podrá distinguir en los desalojamientos de las líneas de ribera los que son debidos a movimientos de la costra terrestre de los que ocasiona la disminución progresiva de la velocidad de rotación de la Tierra; igualmente permitirá conocer la forma, posición y estabilidad del nivel del mar; sus variaciones motivadas por la atracción de los continentes y las masas de las montañas costeras.

Determinará la participación que, en las inmersiones y emersiones de los continentes, o sea en las invasiones alternativas de mares y continentes, corresponda a los movimientos debidos a la contracción por enfriamiento y a los producidos por la acción de la gravedad, prestando así una gran ayuda para la ratificación, rectificación o refutación de la hipótesis de la isostacia, que quiere que la substracción o remoción del material continental por medio de la erosión facilite la elevación de los continentes y que el depósito de ese material en el fondo de los mares hunda este en la misma proporción de manera que resulte entre las áreas marinas y las continentales un equilibrio isostático.

El volcanismo es un fenómeno que tiene una relación íntima con los movimientos epeirogénicos y orogénicos, que como es sabido son debidos a la contracción por enfriamiento de la Tierra combinada con la acción de la gravedad, y parece hallarse localizado en aquellas regiones en donde estos dos movimientos son simultáneos. Algunas veces el volcanismo está en conexión con movimientos de compresión y otras veces con movimientos de tensión regionales. Volcanes y temblores son producidos por la misma causa, y en su distribución existe también una cierta

relación, así: los temblores son más violentos en donde el mar es más profundo y los volcanes son más numerosos en la zona costera adyacente a este mar profundo, y ambos, volcanes y temblores, alcanzan su máximo en las regiones en que altas montañas enfrentan fosas oceánicas profundas.

La variabilidad de las coordenadas geográficas de medio segundo de arco, debidas a las oscilaciones periódicas del eje instantáneo de rotación de la Tierra, alrededor del eje principal de inercia, es debido a la acción combinada de fenómenos hidrológicos y en parte de carácter sísmico, pues siempre que los temblores mundiales han sido numerosos en un año, el desalojamiento del polo ha sido relativamente grande, y viceversa; es posible que los dos fenómenos resulten de una causa común, y probablemente dependan de la rigidez imperfecta de la Tierra. Un movimiento sísmico bastante intenso puede ser capaz de producir o preparar dislocaciones de masas que podrían explicar las variaciones de latitud.

Problemas importantes también, son las construcciones asísmicas, la rotura de los cables submarinos en los grandes temblores, y la de las cañerías de agua y gas en las ciudades.

Por lo que queda expuesto, y es tan poco, resulta claramente el importante lugar que está llamada a ocupar la seismología entre las ciencias físicas, matemáticas y geológicas, representando una de las ramas principales de la física terrestre. La seismología es una rama del saber humano de tan reciente origen; hay tal cúmulo de hipótesis acerca de la causa o causas que determinan los temblores de tierra, que cualquiera dato que conduzca a fundamentar un principio o a desechar una preocupación, merece ser conocido y considerado por quienes estudian ahora, y acabarán por conocer, como las otras naturales, las leyes que gobiernan los sacudimientos de nuestro Globo, y con sus investigaciones llegará el hombre algún día a la suprema resolución de estos problemas complejos: ¿Qué es un terremoto? ¿Puede preanunciarse un terremoto? ¿Puede combatirse al terremoto?

Algunos temblores locales registrados en la Estación Seismológica Central en el año de 1912

El cuadro adjunto contiene en tiempo medio de Tacubaya los datos de todos los temblores domésticos registrados del 1º de enero al 8 de octubre de 1912, por los instrumentos de la Estación Seismológica Central, estando anotadas en el cuadro solamente las lecturas de los mejores diagramas, pero los instrumentos Wiechert los han registrado todos, con excepción de los números 107, 115, 116 y 117 que únicamente registraron el aparato horizontal de 17,000 kilogramos de masa y el vertical de 1,300.

Quizá debido a que estos temblores son de período tan rápido, sus fases no se definen bien en los seismogramas, como acontece con los temblores locales en Guadalajara. Esto es debido al período propio del instrumento, que no se puede reducir lo suficiente.

La intensidad de estos movimientos registrados en Tacubaya, no ha pasado del grado III de la escala de Cancani. La posición del foco es variable, es decir, no todos los movimientos provienen del mismo foco. Por la dirección del primer impulso se puede decir que su rumbo varía entre S.-SW. y W.-SW.

En ocasiones anteriores, siempre se había dado como distancia al epifoco, menos de 50 kilómetros, pero aplicando la fórmula de F. Omori

$$\Delta km = 7,48 y^s$$

encontrada para los temblores de Formosa y que él aplicó a los producidos en la erupción del Usú-San, (Yeso), se tienen distancias muy cortas al epifoco. La lectura del período y de la amplitud del primer impulso se pueden hacer difícilmente en los registros, y tal vez con el uso de un tromómetro en las cercanías del foco se facilitará el estudio de estos temblores, que hasta la fecha no han sido bien interpretados. Primeramente se supuso que estos movimientos registrados principalmente en el seismógrafo de 17,000 kilogramos, eran debidos a desplazamientos del poste o cimiento en que está asentado, en virtud de estar soportando una gran presión, pero observaciones posteriores nos hicieron ver que eran realmente temblores que suponemos provengan del Ajusco, dados el rumbo y distancia deducidos de la lectura de los diagramas.

**Temblores locales registrados en la Estación Central de Tacubaya, D. F.
Tiempo medio de Tacubaya**

Número progresivo	FECHA		Instrumento	Componente	Principio	Duración fase preliminar	MAXIMA					FIN	K. M.
	Día	Mes					Hora	A mm N	A mm E	Z mm	T		
					H. M. S.	S.	H. M. S.					H. M. S.	
20	3	Febrero	H. 1,200 K	ambas	3.10.12	.....	3.10.14	71	.....	.....	?	3.11.52	3.74 ?
20	3	Febrero	V. 1,300 K	Z	3.10.12	.....	3.10.13	.....	.....	65	?	.....	.....
21	3	Febrero	H. 200 K	ambas	4.00.24	.....	4.00.25	21	44	.....	?	4.01.26	3.74 ?
21	3	Febrero	V. 1,300 K	Z	4.00.24	.....	4.00.25	.....	.....	93	?	.....	.....
22	6	Febrero	H. 1,200 K	ambas	18.39.44	0,5	18.39.46	19	11	.....	?	18.40.44	3.74 ?
22	6	Febrero	V. 1,300 K	Z	18.39.44	0,5 ?	.....	.....	.....	9	?	18.40.14	.....
24	9	Febrero	H. 1,200 K	ambas	13.25.00	1,5	13.25.04	11	7	.....	1	13.25.24	11.22
24	9	Febrero	V. 1,300 K	Z	13.25.00	1,5	13.25.02	.....	.....	4	1 ?	13.25.21	11.22
25	10	Febrero	H. 1,200 K	ambas	21.08.35	1 ?	21.08.37	8	4	.....	1 ?	21.09.12	7.48
25	10	Febrero	V. 1,300 K	Z	21.08.35	1 ?	21.08.38	.....	.....	4	1 ?	21.08.53	7.48
62	3	Junio	H. 1,200 K	ambas	15.33.52	3	15.33.55	7	4	.....	?	15.35.21	22.44
62	3	Junio	V. 1,300 K	Z	15.33.52	3	15.33.55	.....	.....	3,5	?	15.35.47	22.44
107	18	Septbre.	H. 17,000 K	ambas	15.35.39	1	15.35.40	7	50	.....	0,33	15.36.05	7.48
107	18	Septbre.	V. 1,300 K	Z	15.35.39	1	15.35.40	.....	.....	3	?	15.36.17	7.48
112	28	Septbre.	H. 17,000 K	ambas	14.38.22	1 ?	15.38.25	100	70	.....	1	15.39.50	7.48 ?
113	23	Septbre.	H. 17,000 K	ambas	22.09.28	1 ?	22.09.31	90	110	.....	1	22.10.15	7.48 ?
115	6	Octubre	H. 17,000 K	ambas	20.44.44	1	20.44.45	4	6,5	.....	0,33	20.44.48	7.48
115	6	Octubre	V. 1,300 K	Z	20.44.44	.....	20.44.45	.....	.....	1	1	20.44.48	.....
116	6	Octubre	H. 17,000 K	ambas	20.44.48	1	20.44.50	10	18	.....	0,33	20.45.07	7.48
116	6	Octubre	V. 1,300 K	Z	20.44.48	.....	.....	.....	.....	3,5	1	20.45.07	.....
117	6	Octubre	H. 17,000 K	ambas	20.47.26.5	1	20.47.28	12	18	.....	0,5	20.47.40	7.48
117	6	Octubre	V. 1,300 K	Z	20.47.26.5	1	20.47.28	.....	.....	3,5	0,5	20.47.32	.....
118	7	Octubre	H. 17,000 K	ambas	18.39.13	1	18.39.14.5	13	27	.....	0,5	18.39.24	7.48
118	7	Octubre	V. 1,300 K	Z	18.39.13	1	18.39.14	.....	.....	2,5	?	18.39.18	.....

Construcciones aséismicas económicas

Antes de entrar en la exposición del sistema, recordaremos en breves palabras la acción que se produce en la superficie del suelo conmovido por los temblores y la que se verifica en las construcciones cimentadas en él.

Nadie ignora que un movimiento de ondulación del suelo en direcciones que varían para las mismas localidades y cuya intensidad es diferente de un lugar a otro, son los fenómenos propios de un temblor de tierra.

El movimiento ocasionado por un temblor de tierra, es vertical en el foco(ter-

pidatorio), transformándose a medida que se aleja de él, en movimientos horizontales u ondulatorios, como generalmente son llamados. De este levantamiento alterado es de donde procede el movimiento ondulatorio en la superficie del terreno, el cual se deja sentir sobre lo que descansa encima de ella; si consideramos un pequeño espacio, como por ejemplo, el de una casa, veremos que el lado de donde viene el movimiento, se alza de pronto, en seguida la parte intermedia y por último el costado opuesto al primitivamente levantado que tiende a entrar con el suelo a su posición normal, tan luego como cesa el empuje que lo había sacado de ella. De esta manera se explican los fenómenos que presentan algunas ruinas en las poblaciones derruidas por los temblores de tierra e indican que nada hay que esperar en una lucha de esfuerzos contra los terremotos, mientras no se dispongan los materiales de manera que den un coeficiente de ruptura de más consideración y mientras no se liguén las construcciones con el suelo por medio de cimientos, puesto que así deben necesariamente sufrir todos los movimientos al soportar el enorme esfuerzo que se verifica sobre dichos cimientos que vienen a formar parte del suelo.

Se concibe que si pudieran construirse las casas sin cimientos, es decir, que fueran independientes del suelo, sobre el cual solamente se apoyaran, la única cosa que podría destruirlas sería el peso de los materiales superiores sobre los inferiores, al quedar desplomada una parte del edificio por consecuencia del movimiento ondulatorio; y también se reconoce que en el caso de que una parte de la construcción cargara en falso sobre un punto cualquiera de la base, la poca resistencia de los materiales de la mayor parte de las construcciones, que son la base sobre la cual se apoya el esfuerzo, los rompería, determinándose además el desmoronamiento por el balanceo de abajo. Veremos que puede darse a los materiales inferiores una resistencia tal que puedan soportar el peso de la parte superior del edificio, aun en el caso de que dicha construcción fuera alzada en el aire por su parte media, dejando ambos extremos apoyados en su nivel, o sea en el suelo.

Los arquitectos, ingenieros, constructores, etc., que han visitado países de persistente actividad sísmica, están acordes en que las construcciones de madera y ladrillo, como las que se usan en Chile, resisten mejor los temblores que las de piedra y ladrillo, por muy gruesas que sean, fenómeno que resulta, primero, de que la resistencia de la mezcla común es a la de ciertas leyes de construcción en relación de 1 a 15, lo cual explica suficientemente el por qué las construcciones mixtas quedan en pie cuando las otras se derriban, y segundo, que estas casas con madera, siendo más ligeras, exigen cimientos menores, lo cual es realmente el principal motivo que las hace resistir.

Por lo expuesto, la construcción debe hacerse como sigue: sobre un cimiento plataforma que venga a flor de tierra, construído sobre terreno macizo o sobre estacas cuando el terreno sea malo, cuyo número debe calcularse como para los puentes, se establecerá una plataforma de fuertes maderos, formando un cuadrado que debe variar conforme a las dimensiones que se piense dar a la construcción, y sobre la cual se levantará la casa que quedará asegurada a ella por medio de armazones o marcos de madera llenos de ladrillo ligero. El alto se amarra al bajo por medio de una segunda plataforma, compuesta igualmente de vigas muy fuertes y de un cuadrado que podrá variar, calculándose sobre el esfuerzo que debe resistir, y la cual descansará principalmente sobre las piezas de ángulo que tendrán su base fija en las esquinas de la plataforma inferior, en donde quedará sujeta por un armazón de fierro. Igual plataforma se adoptará para cada alto y en la parte superior de la cons-

trucción que tendrá un techo plano. En los lugares en que llueve mucho, puede colocarse sobre este techo un tejabán ligero de dos aguas.

Examinemos ahora la resistencia en la ruptura por flexión que presentarán las plataformas reunidas contra las cuales la acción del temblor hará obrar tan sólo el peso de los materiales que le son superiores al elevar la plataforma inferior y con ella toda la construcción alternativamente en todos los puntos de su base, y haciendo de este modo cargar en falso la parte del edificio que no sufre el esfuerzo. Claro es que la resistencia de las plataformas de los altos se añade a la de la inferior, pues que los materiales de aquéllos no hacen esfuerzo sobre ella, sino cuando la flecha de la de encima es superior a la de abajo.

Para hallar esta resistencia debemos servirnos de la fórmula que da la resistencia en la ruptura por flexión de una pieza rectangular que descansa sobre dos puntos de apoyo y estando el peso repartido con uniformidad, se tendrá:

$$P = \frac{4R a T^2}{3L}$$

en la cual P representa el peso que obra sobre las plataformas; R, la resistencia en la ruptura; L, el largo de la pieza; a el ancho de ella, y T su altura en el sentido del esfuerzo P.

Se ve que el valor de los diferentes términos de esta fórmula variará con arreglo a la calidad de las maderas que se empleen. Pero de cualquiera manera que sea, es necesario que la suma del valor P de las tres plataformas, comparada con el peso de los materiales de la construcción esté en una relación superior a aquélla más allá de la cual se altera la elasticidad de las maderas que se hayan empleado. Este peso de los materiales es fácil hallarlo, y varía mucho menos que la resistencia de las maderas

Se ha observado igualmente que para las casas de 10 a 15 metros de costado, de un piso y aun de dos, debían darse al piso inferior 22 centímetros de espesor y al superior solamente 11, hallándose que con plataformas de *teak* (madera de un árbol que abunda en el Sur de Asia y en las Islas Malayas) que es la más usada en Java y bajo las dimensiones propuestas, el peso de una construcción de dos pisos y de 225 metros de superficie (15 metros por lado), no hacía sobre las plataformas, en el caso en que una de las mitades estuviese a plomo, más que un esfuerzo que es al de la resistencia de las plataformas, como 2 : 15 o de 1 a 7,50, lo cual es más que el doble de lo que halló el Profesor Barlow, que obtenía que 1 : 0,32 era la relación de la ruptura en el punto en que se altera la elasticidad del *teak*. De todo lo cual se deduce que se podría hacer soportar este esfuerzo a las construcciones del país, de una manera permanente, cosa por lo demás enteramente inútil, puesto que es muy raro ver que un mismo sacudimiento dure un minuto, siendo lo común que los temblores, es decir, las ondas máximas que son las que pueden conceptuarse como destructoras, tengan como duración sólo unos cuantos segundos. Por lo demás, debe notarse que aun cuando el esfuerzo hecho por el peso sobre la plataforma fuese igual a la resistencia en la ruptura calculada de ésta, no se deducirá de ahí que debía tener lugar la ruptura, porque, primero, el coeficiente de resistencia de las maderas a la ruptura no ha sido resuelto comúnmente por los experimentos sino hasta después de media hora de carga; segundo, porque los trabajos de carpintería que amarran las plataformas y la mampostería que las llena, tienen una rigidez propia que viene en auxilio de las plataformas, y tercero, porque en los casos más frecuentes

de la rigidez del movimiento ondulatorio del suelo, es tal, que las maderas no tienen tiempo para tomar su flecha de ruptura. Lo precedente establece que se puede fácilmente construir casas mayores que las comunes en las ciudades, con tal que se tengan maderas de cierta consideración, pero que sin embargo no salgan de las dimensiones más usadas. También se ve, sin necesidad de formar cálculos, que las construcciones hechas de esta manera no cuestan más que las de ladrillo o piedra que se acostumbra en los países de activa sismicidad. Puede darse el caso de que no se tengan maderas de las dimensiones requeridas, o bien que se desee construir habitaciones de mayor tamaño que las que se han tomado como ejemplo en las observaciones aquí asentadas. Dos soluciones pueden obviar estas dificultades: la primera consiste en unir planchas de hierro batido o forjado a la madera en sus dimensiones verticales, y que da los mejores resultados, o bien, si aun para esto no se tienen maderas suficientemente fuertes, podrían reemplazarse con viguetas de fierro las que deberían ser de madera, debiendo colocarse en galería por la parte interior y exterior de las paredes. No habrá más que recordar que se han construido desde el origen de su empleo, puentes de 120 a 140 metros de tramo sin puntos intermedios de apoyo, para convencerse de su apropiada aplicabilidad. En este caso, la fórmula que sigue establecerá una relación entre las diferentes dimensiones de las viguetas y su resistencia R.

$$M = R \frac{ab^3 \cdot a' b'^3}{6 b}$$

Pero tambien sería entonces necesario tener en cuenta en el cálculo de la sección la disminución de fuerza que ocasionan los agujeros de los remaches, a menos que se tenga la creencia de algunos constructores que suponen que las planchas de hierro no se debilitan en manera alguna por un remache bien hecho, apoyando su dicho en varias experiencias. Mas como la unión de las planchas de hierro al maderamen, o bien de las viguetas de hierro, es generalmente dispendiosa para desechar su uso en las construcciones, cuya principal condición después de la solidez, es la economía, se puede remediar este inconveniente empleando en la construcción de las plataformas unos armazones de madera en forma de enrejado, que son de gran solidez y que no exigen sino madera de poco peralte. Se pueden construir así: se fabrica con tablas gruesas o con piezas delgadas de madera, un enrejado cuyas partes superior e inferior se hallan aseguradas a uno o varios cruceros de madera más fuerte, ligados entre sí por los cabos o extremos con escuadras de fierro, los que habrá por todo el largo del enrejado que estará clavado o remachado con ellos. Esta especie de armazones se colocará uno al lado del otro para sostener cada cara de la pared de la construcción y habrá uno en cada piso.

Si se considera lo reducido del valor de la madera de cortas dimensiones, que se necesita para la construcción de estos armazones y la poca cantidad de ella, se verá que es fácil construir casas de 25 a 30 metros de lado, o sean 625 a 900 metros cuadrados de superficie.

Para determinar las dimensiones de estos armazones deberá uno servirse de la fórmula

$$2P = R e \frac{(H^3 - H^3)}{3 h l}$$

en la cual

2P = al peso que puede resistir el armazón,

l = la mitad del largo del armazón en metros,

- H = la altura total del armazón,
h = la distancia de los cruçeros,
e = el grueso de dos armazones juntos,
R = el coeficiente de ruptura.

En esta fórmula para nada se considera la rigidez propia del sistema de cruzamientos ni la circunstancia de que los armazones estén más o menos embutidos, aun en el caso más desfavorable. Esta última observación se aplica especialmente a las vigas de madera de que se hace uso en las casas ordinarias para hacer las plataformas. Esto garantiza que los cálculos quedan muy abajo de la resistencia verdadera de estas plataformas cuya fuerza real es casi doble. Parece superfluo decir que es indispensable dejar entre las casas construídas bajo este sistema un intervalo que variará según su altura, y el cual no debe ser menor de 0,50 centímetros para las casas de un solo piso y de 1^m.50 para las de mayor altura. La necesidad de este intervalo se deja conocer cuando el suelo en su movimiento levanta un costado de la construcción, lo que hace avanzar la parte superior del lado opuesto hacia la construcción vecina, y produciría un choque o empuje que sería perjudicial para ambas. Además, este intervalo es favorable a la salubridad de las habitaciones, dejando alrededor de cada una de ellas una circulación más libre para el aire, así como también a la concentración del fuego en caso de incendio (fenómeno tan frecuente en los grandes terremotos) que no ocurrirá con mayor frecuencia que en las casas de piedra o ladrillo si se tiene el cuidado de dar a toda la parte de madera, tan luego como esté armada y antes de colocar el ladrillo que debe llenar los huecos, unas capas de pintura incombustible que libra admirablemente la madera de la acción del fuego, así como de la polilla y putrefacción, y cuyo costo no es elevado.

La construcción debe, en resumen, formar un todo homogéneo, compacto, cuyo conjunto debe moverse con el impulso del temblor, sin sufrir ningún disgregamiento.

Creo que este sistema de construcciones sería cómodo y eficaz para la parte sísmica comprendida en la tierra caliente, primero, porque en esas regiones los habitantes no cuentan con elementos para construir casas costosas, y después, porque el calor, que es una de las principales molestias, no se dejará sentir con tanta intensidad.

IV

A P E N D I C E

POR G. NEGRI

Italia y Japón comparten el honor de haber dado el primer y definitivo impulso a los estudios sísmicos cultivados actualmente con tanto interés en Alemania, en Hungría, en Norte América y un poco en todas partes.

De 1880 data la intensificación de los estudios de sismología en el Japón. Desde esa fecha, abandonadas las hipótesis y las teorías por las observaciones metódicas, continuas, convenientemente coordinadas y hechas con el auxilio de instrumentos cada vez más perfeccionados, Tokio se convirtió en el centro de investigaciones, o que se entregaron japoneses de gran cultura como Omori, Sekiga y Hattori, lo mismo que eminentes sabios europeos, tales como Verbeck, Wagner, Mondemhall, Ayrton, etc.

La nueva ciencia japonesa, al constituirse con orientación de ciencia experimental, adoptó en gran parte lo que habían hecho los italianos, perfeccionando instrumentos capaces de indicar los fenómenos sísmicos, sus fases y sus modalidades de un modo regular.

Japoneses y europeos estudiaron las vibraciones, determinando sacudimientos artificiales con poderosas cargas de dinamita o dejando caer enormes masas desde considerables alturas. Tales vibraciones, determinadas en condiciones y circunstancias conocidas y precisas, eran registradas en una serie de estaciones coligadas entre sí eléctricamente.

El examen y el análisis de esas indicaciones y de todos los hechos comprobados, permitió la construcción de mapas sísmicos. Se empezó a experimentar los nuevos procesos sobre una área de más o menos 30,000 metros cuadrados, se extendió después la aplicación a la planta de la ciudad de Tokio, y se llegó, por último, a experimentar hasta en una extensión de cerca de mil kilómetros.

En la Universidad de Tokio hay una cátedra de sismología (Omori), una oficina especial, anexa a ella, centraliza y estudia las observaciones sistemáticas de numerosísimas estaciones sísmicas, y el gobierno subvenciona ampliamente todo cuanto se refiere a tales estudios.

Se publican en el Japón varias revistas de sismología y vulcanología, entre las cuales ocupan uno de los primerísimos puestos *The Bulletin of the Imperial Earthquake Investigation Committee Tokio* y *The publication of Earth. Invest. Comm. Tokio*, que estudian y discuten los resultados obtenidos con los sismógrafos.

Además, cada vez que se produce un terremoto desastroso en cualquier parte de la tierra, el gobierno envía al lugar de los sucesos, a fin de que hagan estudios, delegados extraordinarios, como lo hizo para el gran terremoto italiano del 28 de diciembre de 1908, enviando a Messina una comisión presidida por el príncipe de la sismología japonesa, doctor Omori.

*
* *

En Italia los primeros instrumentos sísmicos fueron inventados y construídos a mediados del siglo pasado, por obra de Cacciatore, Cavalieri, Valmieri, etc., pero los estudios recibieron recién un notable impulso, cuando el P. Bertelli llamó la atención de los físicos sobre los movimientos espontáneos que se observan en los péndulos, muy delicados, llamados Tromómetros, si se aplica el microscopio a la lectura de esos movimientos tromométricos.

Dejo de lado la discusión y las vivaces polémicas que se produjeron acerca de dichos movimientos y promovieron de una manera especial cuidadosas investigaciones y ulteriores estudios, en que se distinguieron Bertelli, Monti, Rossi, Cecchi, Serpieri, Denza, Galli, Silvestri, y, más tarde, Mercalli, Taramelli, Issel, etc.

Se construyeron luego aparatos, y se fundaron con la ayuda oficial algunas pequeñas estaciones sísmicas, iniciándose y prosiguiéndose indagaciones de todo género, ayudadas también por particulares y colectividades que tenían empeño en el desarrollo de dicha ciencia. Se efectuaron así observaciones metódicas, a las cuales servía de órgano de publicidad el Boletín del Vulcanismo Italiano, dirigido por el Profesor De Rossi.

No puede afirmarse, por cierto, que todas las investigaciones emprendidas en tonces tuviesen una gran importancia y fuesen todas encaminadas por senda recta. Pero importaría una verdadera ingratitud desconocer un gran mérito a dichos precursores, que fueron los *pionners* de la sismografía moderna; porque actualmente todas las naciones, incluso el Japón, tienen su punto de partida en los estudios hechos y en las conclusiones obtenidas por aquella legión de estudiosos italianos, beneméritos de la sismología.

La verdad es que muchos hechos fueron aclarados y muchas noticias fueron recogidas acerca de los terremotos, tanto pasados como recientes, y, que, por fin, algunas leyes fueron entrevistas. Hasta las tentativas menos felices sirvieron a menudo, si no para otra cosa, para mostrar cómo y dónde se debe de buscar la solución de ciertos problemas. Por obra del P. Denza, y de De Rossi, principalmente, fué organizado en forma definitiva, en buena parte de Italia, un servicio sísmico de positiva importancia, implantándose nuevas estaciones, nuevas áreas de experiencias con el resultado de que, en 1888, los lugares de observación alcanzaron a 492, entre estaciones de 1^o, 2^o y 3^{er} orden, y a 678 en 1887.

Todas esas estaciones de 1^o, 2^o y 3^{er} orden, fueron ubicadas en parajes elegidos distantes entre sí 20 kilómetros más o menos, por manera que toda la península, con las islas adyacentes, vino a quedar cubierta con una red de mallas iguales de puntos de observación.

Se trató de obtener por este medio, que ningún temblor, por débil que fué, pudiera escapar a la estadística, haciéndose así posible el estudio racional de la frecuencia de los sacudimientos en las diversas regiones del reino.

Todas las estaciones fueron provistas desde entonces de unas tarjetas con un cuestionario que, después de llenado, debía enviarse a Roma, a la Oficina Central Geodinámica Italiana, encargada de centralizar y coordinar todas las observaciones, y es excusado decir cuán eficaces auxilios prestara en el asunto el servicio telegráfico.

*
* *

Las más importantes noticias sísmicas de Italia eran publicadas primitivamente por el profesor De Rossi, en el Boletín del Vulcanismo Italiano, dirigido por él. La Oficina Geodinámica Central de Roma empezó a publicar el 16 de marzo de 1881, en el propio Boletín Meteorológico cotidiano, una breve reseña (bajo el título de Actividad endógena) redactada por el mismo De Rossi, acerca del modo de comportarse del tromómetro, del micrófono y de los varios avisadores sísmicos, que, en los primeros tiempos, estaban colocados en la propia habitación de De Rossi, en Roma, y más tarde fueron instalados en el piso, a ras de tierra del local del Real Comité Geológico. Esta rúbrica alcanzó un mayor desarrollo, a partir de 1888, o sea desde cuando la misma Oficina Central empezó a publicar en apéndice del Boletín Meteorológico varias noticias sísmicas que le eran comunicadas por telégrafo. Y así continuó hasta 1890.

Comunicaciones sísmicas separadas empezaron a ser publicadas recién, a partir de 1887, y precisamente en forma de suplementos, en litografía, en el recordado Boletín Meteorológico; pero durante los años de 1887 y 1888 fueron éstas publicadas a intervalos absolutamente irregulares, según las necesidades. Finalmente, el 1º de enero de 1895, empezó su publicación el Boletín de la Sociedad Sismológica Italiana, fundado precisamente ese año, por obra del profesor P. Tachini, en unión del Ministerio de Agricultura, Industria y Comercio.

Estamos actualmente en 1910, y el Boletín de la Sociedad Sismológica Italiana, dirigido por el físico y sismólogo eminente doctor Luis Palazzo, que ha venido dándole progresivamente un mayor desarrollo, tiene quince años de gloriosa vida, saturada de investigaciones y estudios de eminentes sismólogos italianos y de otras nacionalidades. La Sociedad Sismológica Italiana, a cuyo frente está también el doctor Palazzo, debe tener un legítimo orgullo, porque habiendo nacido en modestísima cuna, ha alcanzado un lugar importantísimo entre todas las sociedades congéneres, a punto que se honrarán en pertenecerle muchísimos sismólogos y cultores de la física terrestre de otras nacionalidades y de fama mundial.

*
* *

Tanto la importante «The Earthquake Investigation Comitte Publication», como el «Bolletino della Societa Sismológica Italiana,» bajo el patrocinio de Su Magestad Imperial el Mikado, aquélla, y Su Magestad Real de Italia, ésta, tienen continuamente al corriente a los cultores de la Sismología, en dos partes del mundo tan distintas entre sí, como Tokio y Roma, acerca de las investigaciones que el hombre efetúa para llegar algún día a la suprema resolución de estos* problemas. Otras revistas similares en Suiza, Bélgica, Holanda, Inglaterra, Alemania, Rusia, etc., bajo la dirección de eximios sismólogos, dan también continuo impulso a los estudios e investigaciones sísmicas.

* * *

La primera exposición de instrumentos sísmicos, se efectuó en 1900, en ocasión de la Exposición Universal de París; concurren a ella Rusia, Inglaterra, Alemania, Japón, Italia y México, y obtuvo Italia la más alta recompensa.

La primera Conferencia Internacional de Sismología se realizó en Strasburgo durante los días 12 y 13 de abril de 1901. Estuvieron oficialmente representadas en ellas los Gobiernos de las siguientes naciones: Alemania, Austria, Hungría, Rusia, Suiza, Japón, Italia, Dinamarca y Bélgica.

En ella disertaron:

Rudolph, acerca de la extensión y organización de las observaciones microsísmicas.

Levtska, acerca de las observaciones sísmicas realizadas en Rusia y de los trabajos hechos por la Comisión Sismológica Húngara.

El profesor Futterer, acerca de los terremotos de Baden y Alsacia Lorena.

El profesor Gunther, acerca de las observaciones sísmicas hechas en Baviera.

El Dr. Hecker acerca de las instrucciones generales para los observatorios, con respecto a la elección de los instrumentos.

Se convino en adoptar para todos los países el tiempo de Greenwich, debiéndose contar las horas, según el uso astronómico, desde medio día y de 0^h a 24^h.

El profesor Darwing, de Cambridge, y el profesor Grablovitz, de Ischia, presentaron cartas y comunicaciones con respecto, respectivamente, a los movimientos sísmicos de las minas y a algunos progresos instrumentales realizados en Italia.

El profesor Wiechert, aportó dos importantes contribuciones: una nota referente a la probable relación entre los movimientos tromométricos en Gottinga y el rompimiento de las olas en las costas de la Escandinavia, y la otra, de índole matemática, sobre la sensibilidad de los diversos instrumentos pendulares.

El profesor Oddone resumió sus investigaciones sismométricas con aparatos no pendulares.

El profesor Lagrange discurrió a propósito de los sismos en las minas de Bélgica.

Se echaron las bases de los Estatutos de la Asociación Internacional de Sismología, votándose a título provisorio que la sede de la Oficina Central Internacional (Central Bureau) estuviese en Strasburgo.

Por fin: Omori, presentó una relación acerca de algunas experiencias hechas por él sobre las vibraciones de las altas chimeneas y de los puentes de hierro; y el Profesor Belar disertó a propósito del periódico sísmico mensual alemán "Die Erdbebenwarte", digno émulo de las revistas sismológicas arriba mencionadas.

La Segunda Conferencia Internacional de Sismología también se celebró en Strasburgo en julio de 1903. Estuvieron representadas en ella los Gobiernos de Suiza, Rusia, Rumanía, Portugal, Holanda, México, Japón, Italia, Hungría, Austria, Inglaterra, Estados Unidos de Norte América, España, Congo, Chile, Bulgaria y Bélgica.

Se discutió en ella el proyecto de una convención concerniente a la organización internacional de las investigaciones sismológicas. Koveslighethy discurrió a propósito de las observaciones gravimétricas en conexión con los lentos movimientos de la corteza terrestre; Omori, Wiechert y Mezzelli, de los movimientos microsísmicos y de las oscilaciones pulsatorias en relación con el movimiento ondoso del mar y con las variaciones barométricas; Tanakadate, de las variaciones de nivel y

de las variaciones de vertical; Lewitzky, de los trabajos teóricos y prácticos del Príncipe Galitzin para deducir de los movimientos de un péndulo horizontal el verdadero movimiento de la corteza terrestre, etc.

Gunther habló de los fenómenos acústicos sísmicos, poniendo en evidencia de que en Italia se tenían realizadas investigaciones al respecto; y Cancani expuso los resultados obtenidos.

Borgen y Gunther hicieron algunas comunicaciones acerca de la relación entre el sismo y la aguja magnética.

Se formularon votos porque el Gobierno Turco tuviese cuidado de sus estaciones sismológicas, que en 1895 habían sido organizadas por Agamennone.

El Profesor Palazzo que, sea dicho de paso, había sido encargado por todos los delegados para contestar en nombre colectivo a S. A. el Príncipe Imperial su discurso de inauguración del Congreso, presentó un trabajo del Dr. Contarini, en el cual éste demuestra la necesidad de que se proceda a la elección de tipos uniformes de instrumentos sísmicos, que proporcionen la posibilidad de estudiar los diagramas según métodos rigurosamente matemáticos, afirmando en conclusión que la Sismología se esparcirá siempre en un mar de hipótesis más o menos verosímiles, y no llegará nunca a ser una ciencia positiva hasta tanto se describan materialmente los diagramas, limitándose a la sola aplicación de los principios de la matemática elemental, lo que también habría sucedido con la Astronomía, si los astrónomos se hubieran contentado con la trigonometría esférica repudiando las dificultades de la mecánica celeste.

Leyéronse en seguida dos memorias del Dr. Agamennone, una acerca del método fotográfico para el estudio de los bradysismos y otra acerca del Observatorio Geodinámico de Rocca di Papa en 1902.

Se votó el mantenimiento de la escala de Forel, hasta tanto no estuviesen terminados los trabajos de Cancani y Omori, tendientes a modificarla según conceptos experimentales modernos. Se nombró una comisión para que examinase el tipo de los instrumentos más aptos para los diferentes observatorios.

Y se leyeron, en fin, el programa general de la encuesta científica en relación a la observación sistemática sobre los terremotos submarinos, hecha por Rudolph y las observaciones acerca de la temperatura subterránea.

*
* *

Antes de la celebración de estas conferencias internacionales, en septiembre de 1902, se realizó en Italia el Primer Congreso Sísmico Nacional, organizado por la Sociedad Sismológica Italiana.

Presidió el Congreso el Dr. Tacchini, y disertaron en él:

El Dr. Agamennone, sobre un modelo de las registraciones sísmicas a pequeñas velocidades, discutiéndose acerca de la necesidad de aumentar las estaciones de observación y de crear estaciones magnéticas correlacionadas con estaciones sísmicas, acerca de las *sessè* de los lagos y de la forma de las ondas de procedencia geodinámica, etc.

El Dr. Grablovitz, del Observatorio de Ischia, sobre ondas, haciendo brillantes experimentos y produciendo artificialmente una sospechada componente vertical, etc.

El P. Melzi, sobre los péndulos aperiódicos.

El P. Alfani, sobre un nuevo sismoscopio.

El Dr. Contarini, sobre los problemas generales de la sismografía.

El profesor Ricco, sobre el magnetismo en relación a la gravedad.

Se discutió acerca de la diferencia que presentan los diagramas según los producen terremotos lejanos o próximos de los tipos especiales de diagramas obtenidos en minas de carbón fósil, etc.

Finalmente, el Profesor Oddone disertó acerca de los deflectómetros, etc.

Durante las sesiones del Congreso, que se efectuaron en el salón del Ateneo de Brescia, permanecieron expuestos al público muchísimos instrumentos sísmicos.

*
* *

Después se efectuaron: la reunión Internacional de Frankfurt sobre el Mein, en octubre de 1904, y la conferencia de Berlín en 1905, que no tuvieron más propósito que esclarecer algunos puntos de susceptibilidad internacional y consolidar la citada Asociación Sismológica Internacional.

*
* *

Desde el 16 hasta el 20 de octubre de 1906 se efectuó en Roma la primera reunión de la Comisión permanente de la Asociación Sismológica Internacional, en la cual estuvieron representadas por sus delegaciones oficiales los gobiernos de dieciséis naciones.

Fueron elegidos: presidente el Dr. Palazzo, representante de Italia, y vicepresidente el Dr. Van der Stok, representante de Holanda.

En ella el representante de los Estados Unidos de Norte América dió cuenta de que el interés por los estudios sismológicos había ido acrecentándose mucho en su país; que muy especialmente después del terremoto de San Francisco, fueron puestos en funciones numerosísimos seismógrafos del tipo Italo-Alemán, y que se había formado en California una Sociedad Sismológico Norteamericana, análoga a las sociedades sismológicas italianas.

El profesor Leconte y el profesor Gerland recordaron la participación que tuvo la Asociación Sismológica Internacional en el estudio sísmico de las regiones polares y los arbitrios tomados con referencia a las observaciones de los fenómenos sísmicos de las altas latitudes para obtener de dichas expediciones enseñanzas útiles.

Hízose, después, discusión acerca de los dos grandes terremotos de San Francisco y Valparaiso, y se dió encargo a la Oficina de Strasburgo de hacer una publicación completa sobre dichos fenómenos.

La Comisión Permanente se enteró de la relación que hizo el doctor Palazzo acerca de la fundación de estaciones sismológicas en la Eritrea, y aplaudió la iniciativa, estimulándola vivamente.

La Sociedad Alemana para la explotación científica de la Palestina, representada en la reunión, solicitó la cooperación de la Comisión Permanente para la fundación de una estación sísmica internacional en Palestina, y la Oficina Central pidió la de la Asociación para fundar una estación internacional en Rejkjaviken, Islandia.

Delicadas consideraciones de carácter internacional, indujeron a la Comisión a aplazar la resolución de ambas mociones hasta la próxima reunión de La Haya.

El profesor Gerland solicitó que la estación de Disko, en Groenlandia, fuera dotada de un péndulo vertical.

El profesor Lewitzky recomendó la implantación de una estación sísmica internacional en Kaschgar, China.

La Oficina Central expresó el deseo de ver ejecutados en las regiones vesubianas algunos trabajos, que, además de comprender estudios sísmicos, comprendan también estudios sobre la electricidad atmosférica, manifestando el Profesor Palazzo que el Profesor Chistoni habría sido la persona más indicada para los estudios de electricidad atmosférica sobre el Vesubio; el profesor Loperfido, del Instituto Geográfico Militar de Florencia, discurrió acerca de la nivelación de precisión en los alrededores del Vesubio.

El profesor Koveslighehty disertó en seguida a propósito de las medidas de la gravedad, en relación a la Sismología.

Se consideró luego, y se aprobó, una moción tendiente a solicitar la cooperación de los Institutos Magnéticos y de la Asociación Geodésica Internacional, para la investigación de las eventuales relaciones existentes entre los terremotos, magnetismo terrestre y gravedad.

El astrónomo y geodesta, Profesor Celoria, presidente de la Comisión Geodética Italiana, aseguró a la Asociación Sismológica Internacional, que la institución por él presidida, le prestaría todo el apoyo posible; y el Profesor Palazzo manifestó otro tanto por lo que se refería al Instituto Geográfico de Florencia, prometiéndole a dicha Asociación todo el apoyo de la congénere italiana, como también el de todos los centros científicos italianos de carácter geodinámico, que indirecta o directamente pudiesen aportar su contingente a la Asociación Sismológica Internacional. Los representantes del Japón y otras naciones hicieron declaraciones análogas.

El señor Van der Stok formuló en seguida una moción, recomendando a cada uno de los delegados la preparación y envío a la Oficina Central, de una lista de las estaciones mareográficas existentes en sus respectivos países, recomendándoles mucho que se interesasen por la instalación de los nuevos mareógrafos.

El profesor Koveslighehty disertó acerca de una confrontación hecha por él, entre la escala de intensidad sísmica de Rossi Forel y la absoluta de Cancani. Ambas están ligadas por una ecuación especial, a la cual, en homenaje a Italia y al finado sismólogo italiano, llamóse «Ecuación Cancani».

El mismo presentó, además, una estimable obra de sismología matemática, escrita en latín, dedicada a la Sociedad Sismológica Italiana, e intitulada «Seismonomia in honorem I Consessus Associationem Internationalem Seismologicam Procuratium Romam convocati: scripsit R. de Koveslighehty professor Hungarus: Publicandam curavit Societas Sisinologica Italica».

Finalmente, el Profesor Forel, propuso la moción siguiente:

«La Comisión Permanente ruega a los Delegados de cada uno de los gobiernos, obtengan de éstos, en cada Estado, un acuerdo entre Observatorios particulares, a fin de que una persona competente esté encargada y disponga de facilidades para recoger órdenes y coordinar las observaciones sismológicas que hayan de ser tramitadas a la Oficina Central.

*
* *

La segunda reunión de la Comisión Permanente y primera asamblea general de la Asociación Sismológica Internacional tuvo lugar en la ciudad de la Haya, durante los días 21 a 25 de septiembre de 1907.

Contemporáneamente con este Congreso tuvo lugar en dicha ciudad otro por

la paz universal, en el cual, un argentino ilustre, el doctor Roque Saenz Peña, sostuvo y demostró que, en las divergencias entre Estados, el cañón debe ser substituído por el arbitraje.

El otro Congreso era de defensa de todos los Estados confederados en la Asociación Sismológica Internacional, contra el común enemigo: el terremoto.

La Humanidad debe gratitud a los brillantes Estados mayores de una y otra falange . . .

En esta segunda reunión de la Comisión Permanente y primera asamblea general de la Asociación Sismológica Internacional, estuvieron presentes sesenta Delegados Oficiales, quienes representaban a los gobiernos de Alemania, Bélgica, Bulgaria, Canadá, España, Estados Unidos de Norte América, Francia, Inglaterra, Grecia, Austria, Hungría, Japón, Italia, México, Holanda, Rusia, Servia y Suiza.

La Comisión Permanente inició sus trabajos el 21 de septiembre, abriendo el acto el doctor Palazzo, que presidió la asamblea, con un discurso en que presentó a los concurrentes el saludo inaugural, manifestando su complacencia por los trabajos internacionales efectuados por la Oficina Central de Straburgo y la de cálculos sismográficos de Budapest, agradeciendo al Comité de La Haya su acción, y declarando iniciada la segunda reunión de la Comisión Permanente.

Discutido que se hubo acerca del balance y de algunas cuestiones financieras, se procedió al nombramiento de un Jurado encargado de producir su fallo en el concurso de instrumentos sísmicos destinados a las estaciones en segundo orden.

En la segunda reunión, el Director de la Oficina Central y el Secretario General, dieron cuenta de la marcha científica de la Asociación y de la actividad de la Oficina de Straburgo, después de lo cual se discutió el programa de la Oficina Central para los años subsiguientes, proponiendo el Profesor Wiechert, que se agregase a él un vasto estudio acerca de los microsismos, tendiendo a decidir, de una vez, si ellos provienen de situaciones barométricas especiales o de la irrupción de las ondas marinas a lo largo de las costas, proposición que fue debatida por los señores Galitzin, Schuster, Rudloph, Klotz, Levitzky, Gerland y Forel, repitiéndose cosas bien conocidas en Italia, donde tal cuestión viene siendo discutida, afortunadamente, desde hace unos cuarenta años, como he tenido ocasión de exponer en la primera parte de este trabajo.

En definitiva, se nombró una comisión para que en la reunión siguiente aconsejara la forma en que dichos estudios debían realizarse.

En la tercera reunión se discutieron los medios conducentes a la instalación de estaciones en Kangar, en el Turquestán Chino y en la región ártica de Disko; y se consideró el mejor modo de recopilar la bibliografía sismológica de todo el mundo, con respecto a cuyo asunto manifestó el doctor Palazzo que el señor Davison había escrito a la Asociación ofreciéndole más de mil quinientos títulos coleccionados por él, garantizando que continuaría la recopilación.

Se puso a la orden del día una moción, por la cual se invitaba a todos los Estados confederados en la Asociación, a realizar en la misma forma que Italia la labor bibliográfica compilada por la Oficina Geodinámica Italiana, como único modo de asegurar la compilación de gran parte de la bibliografía sismológica universal; y los señores Lecointe, Darbouse y Lagrange, recordaron que la Real Sociedad de Londres había realizado un gigantesco esfuerzo tendiente a completar la bibliografía de las ciencias exactas, disponiendo a la sazón, de corresponsales en todos los países civilizados.

En conclusión, se aprobó la siguiente orden del día: «La Comisión Permanente

encarga a la Oficina Central la tarea de efectuar la publicación anual de la bibliografía sismológica».

Se debatió en seguida la importancia que tenía el continuar la publicación de los catálogos de los macroseismos del globo entero; y, a propuesta de los señores Palazzo, Lagrange y Koveslighethy, se votó la siguiente declaración:

«La Comisión Permanente expresa su opinión de que la Oficina Central debe encargarse, en lo posible, de distribuir entre los Estados asociados, una nota explicativa y un cuestionario acerca de los fenómenos de los Mispoeffers; y de la instalación de estaciones sísmicas en las costas belgas para el estudio de dichos fenómenos».

Se discurió en seguida acerca de un Código Internacional para la transmisión de los telegramas sísmicos y de la organización de un servicio universal de correspondencia telegráfica, análoga a la que se practica para la transmisión de noticias astronómicas.

El P. Melzi presentó a la reunión un sismograma proporcionado por los péndulos horizontales del Observatorio de Querce, reproducido en fotozincotipía, recomendando este sencillo procedimiento de reproducción.

El doctor Rosenthal disertó a propósito de la utilidad del catálogo de los microsismos, y Wiechert sobre las registraciones sísmicas, en cuanto nos revelan los secretos del interior de la tierra.

Rosenthal hizo la crítica de los métodos para la interpretación de los sismogramas y precisó el problema de las determinaciones del epicentro con ejemplos proporcionados por las grandes registraciones del año de 1904.

El profesor Wiechert resumió las vistas modernas acerca de la densidad del material terrestre profundo y de la velocidad de las distintas ondas sísmicas. Admitió en los terremotos dos categorías de ondas que atraviesan la tierra en todos sentidos, mientras que una tercera especie limita su propagación a la superficie.

Teniendo en cuenta el fenómeno del aplanamiento del globo, la variación de la latitud y la atracción luni-solar, llegó a la conclusión de que la tierra está constituida por un enorme núcleo de hierro de un radio igual a cuatro quintos del radio terrestre; el quinto restante constituye la costra rocosa.

*
* *

Juntamente con las reuniones de la Comisión Permanente, se celebraron en La Haya varias asambleas de la Asociación Sismológica Internacional.

En la primera, el Sr. A. W. Cremer, Ministro de colonias, pronunció el discurso inaugural. Presentó a los Congresistas el saludo de los Países Bajos, y después manifestó que el problema sismológico interesa en sumo grado a ese país y de un modo especial a sus colonias. Reseñó algunos detalles de la catástrofe de Krakatova, a la cual asistió él desde Batavia, y reconoció las ventajas que pueden derivarse de una organización universal, entre los estudiosos de los fenómenos sísmicos. Y manifestó, por fin, que veía con satisfacción la labor de los dos Congresos en La Haya: uno de paz y otro de defensa contra las ciegas y brutales fuerzas de la naturaleza.

La contestó el doctor Palazzo, agradeciendo al Ministro de Colonias, en nombre de la Asociación y resumiendo el problema sismológico, sus afortunadas investigaciones recientes y sus miras audaces para el porvenir.

Reseñó los progresos de la técnica de los aparatos, las teorías, las investigaciones de los campos afines y los problemas que la sismología se propone resolver, con-

cluyendo finalmente con hacer la afirmación de que los progresos de la sismología moderna sólo podrán ser verdaderamente reales, si todas las fuerzas internacionales se unen.

El Profesor Schuster, propuso que la sede de la Oficina Central permaneciese por otros cuatro años en Estrasburgo, y así lo resolvió la asamblea.

Lo agradeció el señor Director de esa Oficina, declarando, que le sería grato hospedar en el Instituto de Estrasburgo a todos aquellos que fuesen enviados por cualesquiera de los varios Estados asociados para ejecutar trabajos o hacer estudios.

El Sr. Rudolph propuso que siempre se indicase claramente cuál tiempo se empleaba en los sismogramas.

La asamblea aprobó la siguiente moción formulada por el Dr. Oddone: «Hay interés en proseguir los estudios acerca de una posible correlación entre los fenómenos sísmicos, los del magnetismo terrestre y el paso de las manchas solares por el meridiano central».

Y el Profesor Rudolph dió cuenta de un mapamundi sismológico que se tenía en preparación en Estrasburgo.

En segunda sesión de la asamblea general, el príncipe Galitzin descubrió en una brillante conferencia un aparato pendular, de su invención, a apagamiento electro-magnético, explicando su teoría y poniendo en evidencia sus méritos.

El Dr. Majnca discurreo acerca de los trabajos de índole instrumental, efectuados en Estrasburgo, hablando detenidamente de la construcción de un péndulo horizontal a apagamiento mecánico.

El Profesor Omori hizo una reseña detallada acerca de sus importantísimos estudios sismológicos, especialmente en lo que se referían al gran terremoto Indiano de 4 de abril de 1905.

Y el señor Simoens disertó acerca de la Sismología en sus relaciones con la tectónica.

Kovesligethy leyó una nota, en la cual expuso los nuevos elementos que se deben observar en los cálculos sismológicos.

El señor Wat Zof habló de los fenómenos acústico-sísmicos en Bulgaria.

El señor Agammenone disertó a propósito del agua como causa indirecta de los terremotos.

El señor Rosenthal hizo consideraciones matemáticas sobre la propagación de las ondas sísmicas largas.

En la última sesión de la Comisión permanente (25 de septiembre) fué aprobada la siguiente moción:

«La Oficina Central queda encargada de la relocalización de materiales, de la redacción y publicación de los catálogos de la tierra entera.

Esa publicación será anual y no podrá atrasarse en más de tres años.

Para procurarse noticias, la Oficina Central se dirigirá a la Comisión de los Estados asociados y a corresponsales especiales, cuya designación recaerá posiblemente en personas competentes, en los Estados no asociados.

La Oficina Central está autorizada para proseguir los catálogos de los macroseismos de 1905 y siguientes».

*
* *

Con posterioridad, se han celebrado: el Congreso de Zermatt y el de Manchester en 1911, y los de índole general en Santiago de Chile, en 1906, y de Buenos Aires, en 1910, en los cuales también fueron tratados algunos asuntos de sismica.

BIBLIOGRAFIA SEISMICA MEXICANA

Adorno Juan C.

- Memoria acerca de los terremotos en México, escrita en octubre de 1864.— Edición de El Pájaro Verde, México, 1864. Imp. Villanueva.

Aguilar y Santillán Rafael.

- Bibliografía Geológica Minera de la República Mexicana.—Bol. Inst. Geol. núms. 10 y 17. 1898. Imp. Sec. Fom.
- Extracto de la Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana, 1905-1916.—Bol. Minero, 1. 1916 núms. 1, 2, 4, 5, 9; núm. 2. 2.

Aguilar y Santillán R. y Puga Guillermo B.

- Les tremblements de terre du Mexique 3 et 29 mai 1887.—La Nature, París, 1887. 2 semestre, 182-198.
- Catálogo de temblores de tierra y fenómenos volcánicos verificados en la República Mexicana. Año de 1889. Mem. Soc. Alzate. IV. 179 . . . id. 1890 . . . id. IV. 323.

Aguilera José G.

- Estudio de los fenómenos sísmicos del 3 de mayo de 1887. Bavispe, Son. An. Min. Fom. 1888. X. 5.
- Informe relativo a la Segunda Conferencia Seismológica Internacional, celebrada en Strasburgo en julio de 1903.—Mem. Fom. 1901-1903, p. 298-304.
- Les Volcans du Mexique dans leur relations du relief et la tectonique du Pays.—Mexico. 1906. C. R. X. Congrès Geologique International.
- Reseña acerca del establecimiento del Servicio Seismológico en México.—Bol. 36 Inst. Geol. p. 5-8 y 1 carta.

Alarcón Pedro.

- Efemérides pronosticadas a los felices temporales del año de 1730.—México. Contiene datos sísmicos.

Alcedo Antonio de.

- Diccionario geográfico-histórico de las Indias Occidentales o América.—Madrid, 1786-1789. 5 t. 8°. Con datos sobre temblores.

Bárcena Mariano.

- El temblor del día 28 de enero de 1879.—Bol. Min. Fom. IV. núm. 17.
- Estudio del terremoto del 17 de mayo de 1879 . . . íd. IV. núm. 63.
- Los terremotos de Jalisco.—Bol. Soc. Geog. Est. 3^a Epoca, 1873-1882. II. 240. El Propagador Industrial, núm. 6.
- Geología Dinámica.—Prop. Ind. núm. 10, p. 111-114.

Bárcena Mariano y Matute Juan I.

- Informe sobre los temblores de Jalisco y la erupción del volcán del Cebruco, presentado al Ministerio de Fomento.—An. Min. Fom. I. 1887. 115.

Barroeta Gregorio.

- El temblor del día 26 de noviembre de 1887.—Correo de San Luis. San Luis Potosí, 1887, núm. 280.

Becher.

- Notice sur les tremblements de terre qui ont causé des desastres a Acapulco.—En. Dupetit Thouars. Voyage de la Venus. Relation Historique. II. 212. Report por Perrey. N. 4220.

Bigourdan G.

- Le tremblement de terre de 26 mars 1908. (Chilapa Mexique) enregistré a Paris.—C. R. Ac. Sc. 146, 30 mars 1908, p. 673.—Soc. Alzate, 25, 1907-1908, p. 88.

Boscowitz Arnold.

- Les Volcanes et les Tremblements de Terre, illustré de 16 gravures en couleur et de 40 compositions sur bois, par Eug. Ciceri. Paris.—Paul Ducroc, Edit. (Mención a México.)

Bose Emilio.

- Sobre las regiones de temblores de México.—Soc. Alzate. XVIII, 1902. 159. México.
- Los temblores de Zancatepec, Oaxaca, a fines de septiembre de 1902. Estado actual del volcán de Tacaná, Chiapas.—Parergones. Ins. Geol. Tom. I. núm. 1. 1903.
- La organización del estudio de los temblores sobre toda la tierra.—Rev. Soc. Alzate, 1903 (20.) 7. 9.
- Mittelamerikanische Erdbebennachrichten. VII. 27. Laibach. 1907-08.

Bose E. y Angermann Ernesto.

- Estudio sobre el temblor del 16 de enero de 1902 en el Estado de Guerrero.—Parerg. Inst. Geol. Tom. I. núm. 5. 1904.
- Sobre el origen de los últimos grandes temblores de tierra de California y de la costa Este de Guerrero.—Soc. Alzate XXX. 135-162.—1911.

Bose E. y García y García Jesús.

— Informe condensado sobre la construcción de edificios de madera a prueba de temblores. Traducido de "Publications of the Earthquakes Investigations Committee in foreign languages."—Bol. Inst. Geol. 36. p. 58-62 con 26 figs.

Bose E., Villafaña Andrés y García y García J.

— El temblor del 14 de abril de 1907.—Parerg. Inst. Geol. Tom. II. núm. 4, 5 y 6. 1908. México.

Burckhardt Joseph.

— Das Erdbeben in Mexiko am 19 juni 1858.—Beitrag d. Koln. Zeit von 1858. Nr. 218. N. J. M. G. 1858. p. 726.

Buzeta Pedro J.

— Relación de los terremotos sucedidos en los días 25 y 26 de junio de 1739.—México, 1739.

Camacho Heriberto.

— Interpretación de algunos diagramas de temblores de focos cercanos al Sur de Tacubaya, D. F.—Bol. Soc. Geol. Méx. Tom. VII. 1911. México. (Véase Muñoz Lumbier M. y Urbina Fernando.)

Chassin.

— Sur le tremblement de terre survenu au Mexique le 11 mai 1870.—C. R. Ac. Sc. París. 71. 1870. 2 semestre, págs. 329-331.

Cappelletti Enrique M.

— Dictamen sobre la improbabilidad del temblor anunciado en México para el 10 de agosto.—Puebla, Imp. del Col. Pío de Artes. 1887-89. 13. págs.

Cárdenas Juan.

— Primera parte de los problemas y secretos maravillosos de las Indias. México. Pedro Ocharte, 1591. 8º, 246. págs. Se ocupa de temblores.

Castro C. y Rangel Manuel.

— Informe acerca de los temblores de la ciudad de Tehuantepec, presentado a la Secretaría de Fomento.—An. Min. Fom. XI. 1893. 143.

Contreras Juan N.

— Seismología Geográfica. (Los ruidos subterráneos de Guanajuato.) Min. Mex. 2. 1874-75. núm. 37.

— Meteorología Práctica. Nuevos Métodos de Predicción. Guanajuato, Imp. J. Rodríguez, 1895. 8º, 175 y 1 lámina.

— Las variaciones barométricas en relación a los fenómenos sísmicos. (Seismología. 151-157.)

Cora Guido.

— I terremoti di Jalisco. *Cosmos*, Torino, 4. 1878, p. 294.

Crisóstomo (Fray Manuel de San Juan y Martínez Joaquín).

— Dictamen que sobre el estado del volcán del Colli y los temblores que de 25 de marzo a 27 de mayo del presente año de 1884 se sintieron en la ciudad de Guadalajara, formó la Comisión nombrada para el efecto, por el Gobierno del Departamento. — *Inf. Fen. Geol. Jalisco*, 1875. 2. p. 239-289.

Cruz Abraham.

— Seismología Geográfica. Breves apuntes sobre los fenómenos plutónicos en México.—*Min. Mex.* 1. n. 32.

— El hundimiento de Guanajuato.—*Min. Mex.* 2. 1875. n. 38-39:

Daubree A.

— Los terremotos.—*Bol. Min. Fom.* 10. n. 142-146. Mayo de 1886.

Deckert Dr. E.

— Die Erdbebeoherde und Schuttergebiete von Nord Amerika in the ren Beziehungen zu den morhpologischen Verhältnissen *Z. der. Ges. f. Erdkunde*. Berlín, 1902, n. 5. pp. 367-389. 8 tafel. 4-7.

— Atribuye la mayor parte de los terremotos de las comarcas pacíficas de México a supuestos asentamientos subterráneos de la costa.—*Bol. Soc. Alzate*. (n. 3996).

Denza Francesco.

— Effemeridi sismiche messicane nel 1888. — *Bull. Soc. Met. It.* nov. 1889, p. 184.

Díaz Severo.

— Los temblores sentidos en Guadalajara en el año de 1912. *Obs. Ast. y Met. del Seminario*. Guadalajara, 1913.

Dollfus Auguste.

— Voyage Geologique dans la Republique de Guatemala et le Salvador. (Mission Scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale). París, Imp. Imperiale. 1868. fol.

Flores Teodoro.

— Algunas reglas para construir en los países en que tiembla.—*Bol.* 36. *Inst. Geol.* p. 62-68 y 8 fig.

— Conferencia leída el 5 de septiembre de 1910 en la Estación Seismológica de Tacubaya, con motivo de la inauguración del Servicio Seismológico Nacional.—*Bol. Inst. Geol.* 36, 1918-p. 8-16 y 8 láminas.

Fossey M.

- Sur les tremblements de terre a Oaxaca et a Colima.— Le Mexique, 350-397. París, 1857.

Galeotti H. G.

- Sur les tremblements de terre et les etoiles filants. — Bull. Ac. R. Sc. Belgique. 8. II. 1841. p. 437-441. Con noticias de temblores de México.

Gay José Antonio.

- Historia de Oaxaca, México. Imp. del Comercio. Dublán y Comp. 1881. 2. t. en 8º Trae noticias de Temblores.

Gómez de la Cortina José.

- Terremotos. Carta escrita a una señorita por . . . — México, 1840. Observaciones sobre el electromagnetismo. — Bol. Soc. Geog. 7. 1859. p. 53-60. (Se ocupa de temblores).
— Ensayo de una Seismología del Valle de México.— Bol. Soc. Alzate. XVIII. 1902. 159. México.

Goodfellow George E.

- The Sonora Earthquake.— Science. 11. 1888. p. 162-166.

Haines, Caspar W. Reports on the Earthquake in the State of Colima, January 19, 1900, Journal Franklin Inst. Vol. CII, No. 4. Oct. 1901. Philadelphia, p. 241-256.

Hay Guillermo.

- Renseignements sur Texcoco. — Arch. Comm. Sc. Mexique. 2. 1867. p. 311-333. (Con notas sobre temblores).

Holden Edward S.

- List of recorded earthquakes in California, Lower California, Oregon and Washington Territory. Compiled from published Works and from private information. Sacramento, J. Young. 1887. 8º, 78 p.

Humboldt Alexander von.

- Sur les tremblements de terre au Mexique. Un essai politique sur la Nouvelle Espagne. I. 303. (Menciona a México).
— Cosmos. Fenómenos sísmicos. (Menciona a México).

Instituto Geológico de México.

- Parergones. Tom. II núm 10.—Tom. III, núms. 3, 8 y 10.—Tom. IV. núm. 1.—Tom. V, núms. 1, 3, 6 y 8, Catálogos de los temblores, macro y microseismos sentidos en la República Mexicana y registrados en las Estaciones de la Red Seismológica.

Junta de Ingenieros de Guadalajara.

- Trabajos emprendidos con motivo de los temblores de 1912. — Tip. de la Esc. de Art. y Of. del Estado. 1912.

Laguerenne Theodoro.

- Estado de Tabasco. Descripción Topográfica. — Soc. Alzate. XVII. 125. México. Trata de la sismicidad de Tabasco.

McDonald B.

- Remarks on the Sonora Earthquake. — Bull. Seismol. Soc. of America. Vol. VIII. núms. 2-3. 1918.

Marmolejo Lucio.

- Efemérides Guanajuatenses. — Gto. Imp. Col. Art. y Ofic. 1883-1884. (Con noticias sobre temblores).

Martínez Joaquín.

- Examen de los Volcanes y Temblores. — Inf. Fen Geol. Jalisco. 1875. 2 págs. 290-320.

Marrón y Miranda Manuel.

- Los terremotos del mes de abril de 1907. — México, 1907.
 — Los temblores de tierra del año de 1908. — Mem. Soc. Alzate. Tom. 28. 93-96. — 1909.
 — El temblor de tierra del 7 de junio de 1911. — Soc. Alzate. Tom. XXXII. 27-66. 1912. México.

Marwin C. P.

- Temblor mexicano 15 de abril de 1907. — The Kingston Earthquake.

Montserrat José D.

- Tremblement de terre ressenti le 2 janvier au Mexique. C. R. Ac. Sc. Paris. 62. 1866. 1^{ere} semestre, pág. 397.

Montessus de Ballore Fernando.

- Estudio de la distribución horaria diurna y nocturna de los movimientos sísmicos y sus relaciones con las culminaciones de la Luna. — Soc. Alzate. 3. 1889-90, págs. 105-121.
 — Etude critique des lois de repartition saosniere des seismes. Soc. Alzate, 4. 1890-91. págs. 277-292.
 — México Sísmico. — Soc. Alzate, VI. 1892-93.-49.
 — Sur la rose seismique d'un lieu. — C. R. 118. 1894. mars 27, págs. 724-726.
 — Cálculo aproximado de la frecuencia de los temblores en la superficie del Globo. — Bol. O. M. C. 1895. págs. 101-102.
 — Relations entre le relief et la sismicité. — Bol. O. M. C. 1895, págs. 97-101.
 — L'Amérique Centrale et l'Amérique du sud sismiques. — Soc. Alzate. 11. 1897-98, p. 263-277 avec une carte sismique.
 — Le Mexique Sismique. — Arch. SC. ph. Nat. Geneve. IX. mars. 1900.
 — Les manifestations volcaniques et sismiques dans les Antilles. Rev. Gen. des Sc. Paris. 13, núms. 14-30 juillet, 1902, p. 669-674.

- Les regions oceaniques instables et les cotes a vagues sismiques.—Arc. Sc. ph. Nat. 4 eper. 15. juin 1903, p. 640-660, pl. 6 Rev. Soc. Alzate, 1903. o, 28-33.
- Les relations sismico-geologiques de la Mediterranee Antillienne. — Soc. Alzate, 19. 1903-1904, p. 351-373. pl. XIII.
- The Mexican Earthquake of november, 12-1902.—Vol. VII. núm. 1-31-33 march 1917. Seismological Society of America. Stanford. University. Cal.

Motl Carlos.

- Movimientos sísmicos observados en Orizaba, México, durante el año de 1887.—Soc. Alzate, 1. 1887-88. 3 p. 103-104.
- Enero a agosto de 1892.—Soc. Alzate. 1888.-1894.
- Enero y mayo a diciembre de 1894.—Soc. Alzate, 10. 1896-97. p. 241-251.
- Enero a diciembre de 1895.—Soc. Alzate. 1897-98. p. 41-64.

Muñoz Lumbier Manuel.

- Crítica a una crónica de D. Edmundo González Blanco, sobre el medio de prevenir los terremotos.—Bol. Min., Tom. IV., núm. 6. 1917.
- Sobre algunos desperfectos ocasionados en edificios del pueblo de San Guillermo, del Distrito de Pachuca.—Bol. Min., Tom. V., núm. 1. 1918.
- Apuntes sobre el tromómetro Wiechert-Mintrop, para estudiar los movimientos rápidos del suelo.—Bol. Min., Tom. V., núm. 2. 1918.
- El nuevo tipo de tromómetro de A. Belar.—Bol. Min., Tom. V., núm. 5. 1918.
- La Seismología en México Hasta 1917.—Bol. 36 del Inst. Geol. Imp. de Hacienda. 1918.
- Los temblores de Guatemala.—Folleto de divulgación número 1, del Inst. Geol. 1919.
- Descripción Histórica de la Red Sismológica Nacional.—Bol. Inst. Geol. de México, núm. 18.

Muñoz Manuel Lumbier y Camacho Heriberto.

- Algo acerca de la previsión de los temblores.—Bol. 36. Inst. Geol. pp. 80-81.

Navarro Neumann Manuel.

- El gran terremoto mexicano del 15 de abril de 1907.—Rev. Razón y Fe, 1907.
- Terremotos, Sisinógrafos y Edificios.—Madrid. 1916. (Menciona algunos trabajos sobre temblores de México.)

Ordóñez Ezequiel.

- The recent Guadalajara Earthquakes, may 1912.—Seismological Society of America. II. n. 2. 134. Stanford University. Cal.

Orozco y Berra Juan.

- Efemérides Sísmicas Mexicanas.—Soc. Alzate. I. 1867. 203. II. 1888.
- Adiciones y Rectificaciones. id . . . II . . . 261.

Orozco y Berra Juan y Aguilar Santillán Rafael.

- Los temblores de tierra.—Circular que la Comisión de Geodinámica de la Soc. Alzate envía a sus correspondientes.—Rev. Soc. Alzate. 1889.-90. (3) p. 129-136.

Patiño y Ordaz Francisco.

- Localización de las fallas submarinas por Otto Klotz. (Traducción).— Bol. Obs. Met. n. 3, marzo de 1918.

Payno Manuel.

- Observaciones sobre el temblor de San Gerardo, octubre 3 de 1864.—Soc. Geog. Mex. I. 1869. 26-28.

Partiot Gastón.

- Tremblement de terre survenu au Mexique le 3 mai 1887, a Bavispe, Sonora.—C. R. Ac. Ac. París. CV. 1887. 250.

Perrey A.

- Documents sur les tremblements de terre au Mexique et dans l'Amérique Centrale.—An. Soc. Emul. Vosges. VI. 2. Cahier. 1847. Nancy.

Perrien Charles.

- Earthquake in California in 1893-94.— Bull. U. S. Geol. Survey. Nums. 114-129. 1894-95.

Poey Andrés.

- Catalogue chronologique des tremblements de terre ressentis dans les Indes Occidentales de 1530 a 1858, suivi d'une bibliographie sismique concernant les travaux relatifs aux tremblements de terre des Antilles.—Ann. Soc. Meteor. Fr. 5 1858 p. 75-127 y 227-252.
- Ensayo de una Seismología del Valle de México, por el Exmo. señor Conde de la Cortina, comentado por . . . Director del Observatorio Físico Meteorológico de la Habana.—Habana, Imp. A. M. Dávila, 1858. 12^o. 43 p.
- Rapports entre les tâches solaires, les tremblements de terre, aux Antilles et au Mexique, et les éruptions volcaniques sur tout le Globe.—C. R. 78. 1874. 1^{ere}. semestre, p. 51-55.

Puga Guillermo B.

- El temblor del primero de agosto de 1889. Rev. Soc. Alzate. 1889-93.
- El temblor del día 6 de septiembre de 1889 . . . id. 100.

Puga Guillermo B. y Aguilar y Santillán Rafael.

- El temblor del 2 de diciembre de 1890 . . id. 1890-91 . . 161.

Ramírez Santiago y Reyes V.

- Informe sobre los temblores y volcanes de Aguafría y Jaripeo.—México. Bol. Soc. Geog. Méx. 3^a Época, I. 1873. 67. — El Minero Mexicano, IX. n. 11-12.

Río de la Loza Leopoldo.

- Extracto del Expediente antiguo instruído por el Subdelegado de Colima, sobre el terremoto que destruyó parte de aquella ciudad en el año de 1818. —Soc. Geog. Mex. 1ª Época. X. 1863. 39.

Robles Pezuela L.

- Los ruidos subterráneos de Guanajuato.—Min. Méx. 2. 1874-75 n. 36.

Rojas de Atizapán Antonio.

- El origen de los temblores de tierra, por . . . —México, Imp. Religiosa M. Trigueros. 1899. 18º, 12 p.

Romero Carlos.

- Reseña sobre los ruidos subterráneos de Guanajuato. — Min. Mex. 2. 1874-75. n. 35.
- Seismología Geográfica. Ruidos subterráneos.—Min. Mex. 2. 1874-75. n. 36.

Romero José G.

- Noticia de los terremotos que se han sentido en la República Mexicana desde la conquista hasta nuestros días.—Bol. Soc. Geog. Estd. VIII. n. 10. 468.

Rosa Luis de la.

- Terremoto del 7 de abril de 1845.—Rev. Cient. Lit. México. I. 1845. 228.

Sánchez Pedro C. y Rangel Manuel.

- Informe acerca de los temblores de la ciudad de Tehuantepec. México. 1897. —Tip. Sec. Fom. 1898. 18 p. 143-155 y 2 cartas.

Sartorius Charles.

- The earthquake in Eastern Mexico of the second of january 1866.—Smith. Rep. 1866. p, 432-434 y 2 figs.

Sieberg August.

- Zerstorendes Beben in Mexiko.—1911 juni.

Sterry Hunt and Duglas James.

- The Sonora Earthquake of may 3 1886.—Trans. Seism. Soc. Japan. XII. 29. 1888. Yokohama.
- Terremoto del Estado de Sonora.—Cron. Cient. 1887. 342. Barcelona.
- Tremblement de terre a Bavispe, Sonora.—Cosmos, XXXIV. 1887. 111. París.

Tessan D.

- Differentes especes de treblements de terre a Acapulco. id. Partie Physique. V. 196.

Urbina Fernando y Camacho Heriberto.

- La Zona Megaséismica Acambay-Tixmadeje.—Bol. 32. Inst. Geol. 1913.

Uriarte Ramón.

- Informe sobre los terremotos acaecidos en Centro América.—Bol. Soc. Geog. 3^a Época, 2. 1874-75. p. 189-195. Min. Mex. 2. 1874-75. n. 51.

Vidal Gómez Francisco.

- Algunos datos relativos al terremoto del 9 de mayo de 1877 y a las agitaciones del mar y de los otros fenómenos ocurridos en las costas occidentales de Sud América.—Bol. Min. Fom. 3, núms. 51-56, 63-66 y 67. Oct. y nov. 1878.

Villarello Juan D.

- Reglamento para los encargados de las Estaciones que forman la Red Seismológica Nacional.—Bol. 36. Inst. Geol. p. 44-48.
- Instrucciones para los empleados encargados de las Estaciones que forman la Red Seismológica Nacional.—Bol. 36. Inst. Geol. p. 48-57 y 10 fig.
- Notas para el constructor de Estaciones Seismológicas de la Red Mexicana.—Bol. 36. Inst. Geol. p. 57-58 y 7 fig.

Waitz Paul y Urbina F.

- Los temblores de Guadalajara en 1912. Bol. Inst. Geol. núm. 19. (En prensa.)

Warden.

- Tremblement de terre a Acapulco.—C. R. 6. 1838. 1^{ere}. semestre, p. 180.

DIVERSOS

- Algo sobre temblores.—El Estandarte. San Luis Potosí. Min, Mex. 60. n. 24. 12 junio 1902.
- Temblor de tierra en México.—Correo Mercantil de España. t. 15. 1800.
- Temblores de tierra.—Propagador Industrial, 1876. n. 22.
- Temblores de tierra y de mar.—Min. Mex. 36. n. 15. 12 abril.
- Terremotos, leyes de los. Sus relaciones con los fenómenos cósmicos, meteorológicos, etc.—Min. Mex. 12. núms. 29 y 30. (15 y 22 oct. de 1885.)
- Reseña acerca de la Red Seismológica.—Bol. Obs. Met. agosto, n. 68. 191.

INDICE

	Págs.
La Red Seismológica Nacional.....	1
Invitaciones para la inauguración del Servicio Seismológico Nacional.....	2
Programa de la inauguración del Servicio Seismológico Nacional.....	2
La Estación Seismológica Central	3
La Estación Seismológica de Mazatlán.....	4
Estación Seismológica de Oaxaca.....	6
Estación Seismológica de Mérida.....	6
Estación Seismológica de Guadalajara	7
Extracto del informe que sobre los temblores de Guadalajara rinde la Comisión enviada por el Instituto Geológico.....	8
Estación Seismológica de Zacatecas	9
Estación Seismológica de Monterrey, N. L.....	10
Seismógrafos.....	11
Seismógrafos horizontales astáticos Wiechert, de 125 y 200 kilogramos.....	17
Seismógrafo horizontal de Wiechert, de 1,200 kilogramos.....	19
Péndulo horizontal de 17,000 kilogramos	19
Seismógrafos horizontales de Bosch-Omori o péndulos de Estrasburgo.....	20
Péndulos horizontales, sistema Bosch, con amortiguador de aire y de registro fotográfico.....	22
Seismógrafo Wiechert, vertical de 80 kilogramos.....	24
Seismógrafo Wiechert, vertical de 1,300 kilogramos.....	24
Apuntes sobre el Tromómetro de Wiechert-Mintrop para estudiar los movimientos rápidos del suelo.....	25
Gravímetro trifilar de Schmidt.....	29
Determinación de constantes.....	30
El Seismograma.—Generalidades.—Signos internacionales.—División en fases.....	35
Breves apuntes sobre fenómenos sísmicos.....	39
Algunos temblores locales registrados en la Estación Seismológica Central en el año de 1912.....	43
Construcciones asísmicas económicas.....	44
Apéndice.....	49
Bibliografía Sísmica Mexicana.....	59

